

Opstellen monitoringsplan Slufter Texel

Plan van aanpak



Opstellen monitoringsplan Slufter Texel

Plan van aanpak

T. Balke MSc
ir. L. Arentz

1207993-000

Titel

Opstellen monitoringsplan Slufter Texel

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat Water,
Verkeer en Leefomgeving

Project

1207993-000

Kenmerk

1207993-000-ZKS-0006

Pagina's

25

Trefwoorden

kwelder, duin, getij, slufter, sluftermonding, Texel, sedimentatie, verzanding, biogeomorfologie, veiligheid.

Samenvatting

Een Slufter is een zoute of brakke duinvallei die in vrije verbinding staat met de zee. De Slufter van Texel bestaat sinds 1851 toen een stormvloed de stuifdijk doorbrak en is een waardevol dynamisch natuurgebied wat onderdeel uitmaakt van het NATURA 2000 netwerk. Momenteel wordt overwogen om het beheer en onderhoud van de Sluftermondning in Texel te stoppen. Het beheer en onderhoud bestaan momenteel uit het regelmatige rechttrekken van de hoofdgeul om slingeren, migreren en verbreden van de monding te voorkomen.

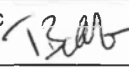
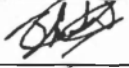
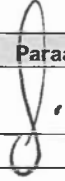
Om de mogelijke gevolgen van een 'losgelaten' monding op de morfologische en ecologische ontwikkeling en de veiligheid te bepalen voert Deltares een tweeledige studie uit. In de ene studie wordt er door middel van een XBeach model studie gekeken naar verandering in morfologie en impact op veiligheid. In de andere studie (dit rapport), wordt een plan van aanpak geschreven voor een monitoringsplan.

Het **doel** van dit plan van aanpak monitoringsplan is het in kaart brengen van veranderingen in het ecologisch systeem als gevolg van het "loslaten" van de monding.

De ecologie van de Slufter is dynamisch en nauw gekoppeld met de geomorfologische processen en de grootschalige omgevingscondities van het gebied. Veranderingen van de geomorfologische processen zullen direct of indirect invloed hebben op de ecologische ontwikkeling.

Allereerst dient de huidige dynamische situatie in kaart gebracht te worden als referentie (met beheer en onderhoud aan de Slufter monding). Hierbij wordt al rekening gehouden met de toekomstige monitoring van de ecologische veranderingen na loslaten van de Slufter monding, oftewel stoppen met beheer en onderhoud Slufter monding.

Het plan van aanpak monitoringsplan zoals beschreven in dit rapport is gericht op het beschrijven van wat er gemonitord dient te worden en waarom, en niet zozeer op hoe er gemonitord dient te worden.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	okt. 2013	T. Balke MSc		dr B.K. van Wesenbeeck		drs. F.M.J. Hoozemans	
		ir. L. Arenz					

Status

definitief

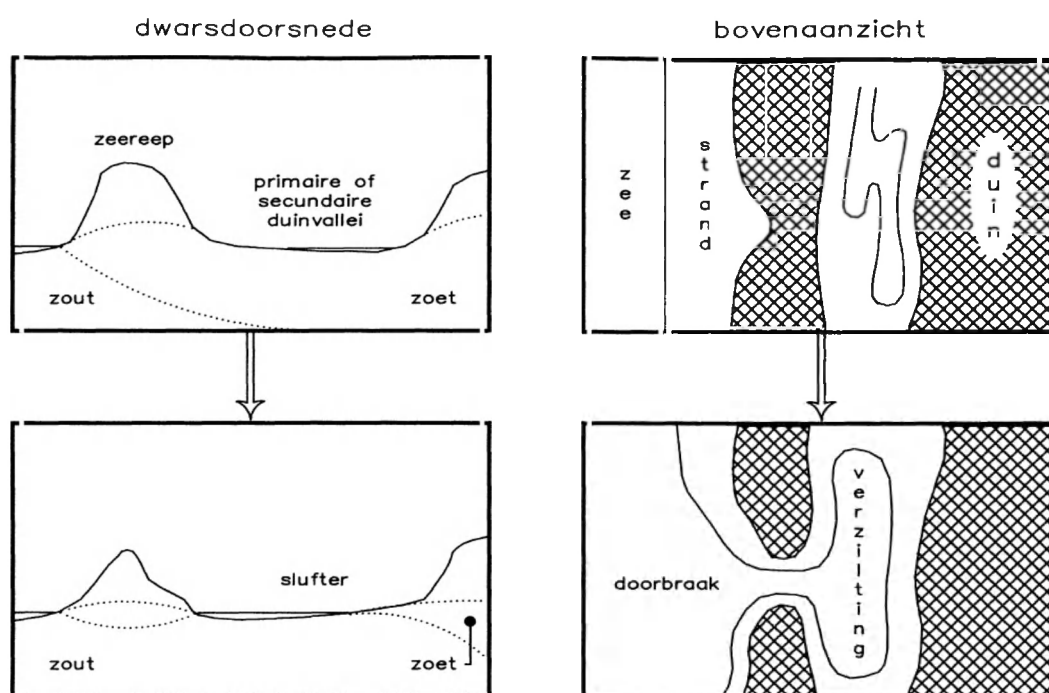
Inhoud

1 Doel van het Slufter monitoringsplan	1
2 Geomorfologie en ecologie van de Slufter van Texel	3
3 Beheer van de Slufter en vegetatie monitoring	7
4 Analyse recente veranderingen van de Slufter vegetatie tussen 2005 en 2011	9
5 Plan van aanpak voor monitoring	13
5.1 Punten van aandacht voor een monitoring programma	13
5.2 Concept monitoringsplan biogeomorfologie Slufter	15
5.3 Aanvang monitoring en samenvoegen van informatie	17
6 Kernvragen voor de monitoring	19
7 Literatuur	21
 Bijlagen	
A Afkortingen van vegetatiezones	A-1
B Peilbuizen (actief en afgesloten) in relatie tot vegetatie zonering.	B-1

1 Doel van het Slufter monitoringsplan

Een Slufter is een zoute of brakke duinvallei die in vrije verbinding staat met de zee (Figuur 1). Op de plek van doorbraak in de zeereep ontstaat vaak een drempel zodat het water dat met hoogwater binnenstroomt niet helemaal terug kan lopen (Hoekstra en Perdoli 1992). De duinen zorgen ervoor dat het zoete water langs de duinvoeten met het zoute zeewater vermengt. Hierdoor ontstaat een zout-zoet gradiënt (Figuur 1).

De Slufter van Texel bestaat sinds 1851 toen een stormvloed de stuifdijk doorbrak. Het hele Slufter gebied beslaat heden ten dage ca. 700 ha. De Slufter is een waardevol dynamisch natuurgebied wat onderdeel uitmaakt van het NATURA 2000 netwerk.



Figuur 1. Slufterontwikkeling naar doorbraak van de duinreep in een afslagkust (Hoekstra en Perdoli 1992).

Momenteel wordt overwogen om het beheer en onderhoud van de Sluftermondung te stoppen. Het beheer en onderhoud bestaan momenteel uit het regelmatig rechttrekken van de hoofdgeul om slingeren, migreren en verbreden van de monding te voorkomen. Zonder deze activiteiten zal de huidige breedte van de monding niet meer gehandhaafd worden en kan door het slingeren van de geul tot erosie van het noordelijk en zuidelijk duin aan de monding leiden. Daarnaast zal de geul waarschijnlijk naar het noorden migreren. Op de lange duur kan dit betekenen dat de geul de duinen en kwelders aan de noordelijke kant erodeert en er nieuwe duin en kwelder ten zuiden van de geul ontstaat. Volgens huidige vigerende veiligheidsinzichten mag de monding niet te breed te worden omdat dan volgens de huidige vuistregels de golven niet voldoende breken en de zanddijk te zwaar wordt belast. Daarnaast zal het loslaten van de Sluftermondung zal waarschijnlijk veranderingen in de oppervlakte en kwaliteit van de habitattypen tot gevolg hebben en deze veranderingen dienen in verband met de instandhoudingsdoelstellingen van NATURA 2000 geïnterpreteerd te worden.

Om de mogelijke gevolgen van een 'losgelaten' monding op de morfologische en ecologische ontwikkeling en de veiligheid te bepalen voert Deltares een tweeledige studie uit. In de ene studie wordt er door middel van een XBeach model studie gekeken naar verandering in morfologie en impact op veiligheid (van Rooijen en van Thiel de Vries 2013). In de andere studie (dit rapport), wordt een plan van aanpak geschreven voor een monitoringsplan.

Het **doel** van dit plan van aanpak monitoringsplan is het in kaart brengen van veranderingen in het ecologisch systeem als gevolg van het "loslaten" van de monding. Hiertoe wordt allereerst de huidige dynamische situatie in kaart gebracht als referentie. Dat wil zeggen de situatie met beheer en onderhoud aan de Slufter monding. Hierbij wordt al rekening gehouden met de toekomstige monitoring van de ecologische veranderingen na loslaten van de Slufter monding, oftewel stoppen met beheer en onderhoud Slufter monding.

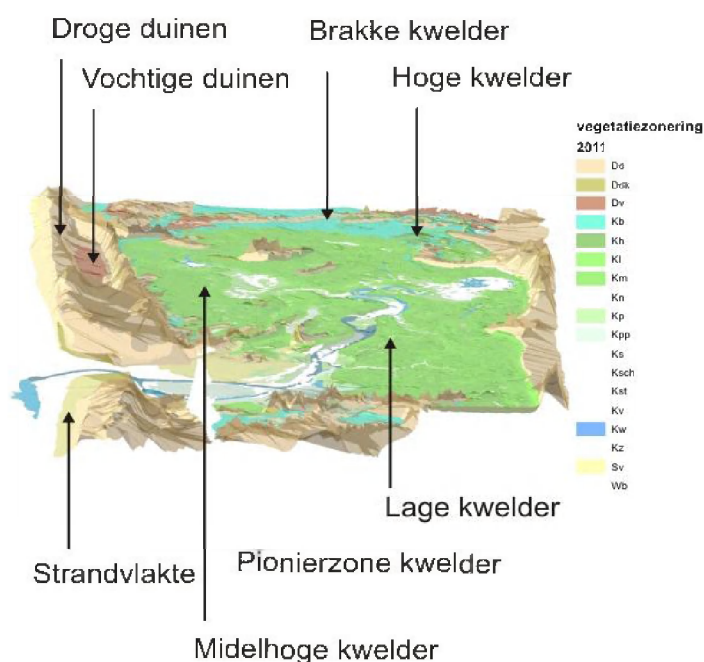
Het dynamische gedrag van de Slufter, waar geomorfologische processen en ecologische ontwikkeling nauw met elkaar verbonden zijn, eist een flexibele en interdisciplinaire aanpak. Het vegetatie oppervlak van duinen en kwelders verandert ieder jaar op natuurlijke wijze passend bij de fysische randvoorwaarden (wind en getij). Dit rapport focust op het in kaart brengen van de landschapsvormende biogeomorfologische processen in de Slufter en de directe effecten op de vegetatie. De fauna in het gebied, bijvoorbeeld de nestplaatsen van vogels of de rijkdom van benthische organismen in het intergetijdengebied, wordt gedreven door deze processen.

2 Geomorfologie en ecologie van de Slufter van Texel

De geomorfologische processen in een Slufter bepalen enerzijds de ecologie maar kunnen anderzijds ook weer door de ecologie beïnvloed worden. Zo beïnvloeden de abiotische randvoorwaarden zoals getij, stroming en wind het voorkomen van vegetatie en kan vegetatie de abiotiek bepalen door het invangen van zand of het veranderen van stromings- en erosiepatronen. Deze gekoppelde biogeomorfologische processen worden echter ook door externe grootschalige processen beïnvloed, zoals de stromingspatronen langs de kust en de meteorologische condities.

Kortom de ecologie van de Slufter dynamisch en nauw gekoppeld met de geomorfologische processen en de grootschalige omgevingscondities van het gebied. Veranderingen van de geomorfologische processen zullen direct (bijvoorbeeld door erosie of verzanding van vegetatie) of indirect (bijvoorbeeld door veranderingen van grondwater hoogte als gevolg van duinafslag) invloed hebben op de ecologische ontwikkeling.

De Slufter van Texel bestaat voor en groot deel uit lage en middelhoge kweldervegetatie (Figuur 2). Langs de duinvoet aan de rand van de zoute kwelder bevindt zich brakke kweldervegetatie die deels door grondwater gevoed wordt. Langs de kreken komt kwelderpioniervegetatie voor. Hoge kweldervegetatie staat vooral in het noordelijke gebied van de Slufter. De kweldervegetatie is omringd door duinen, en er bevinden zich ook duinen in de kwelder zelf. Vochtige duinvalleien zijn vooral langs de westelijke duinenrij ontstaan en in het noorden van de Slufter. Ze zijn geheel afwezig langs de stuifdijk in het oostelijk deel van de Slufter. Noord en zuid van de hoofdgeul zijn twee strandvlaktes met embryoduinenvormen ontstaan. De zuidelijke ten westen van de duinreep en de noordelijke ten oosten van de duinreep. Deze laatste gaat over in kweldervegetatie.

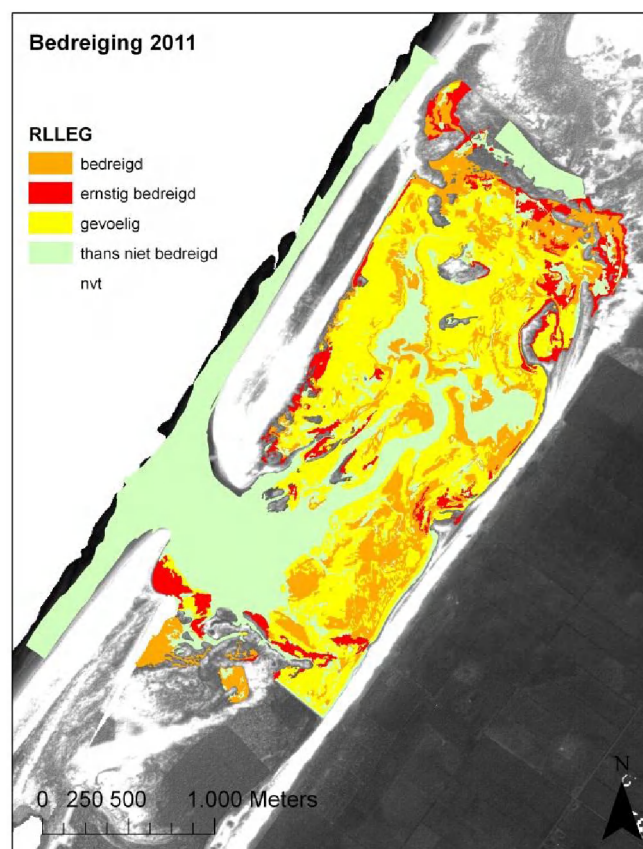


Figuur 2. De Slufter van Texel: vegetatieopnames 2011 (vegetatietypen zie aanhang 1) en 3D model gebaseerd op AHN2 (een digitaal hoogtemodel van de Slufter).

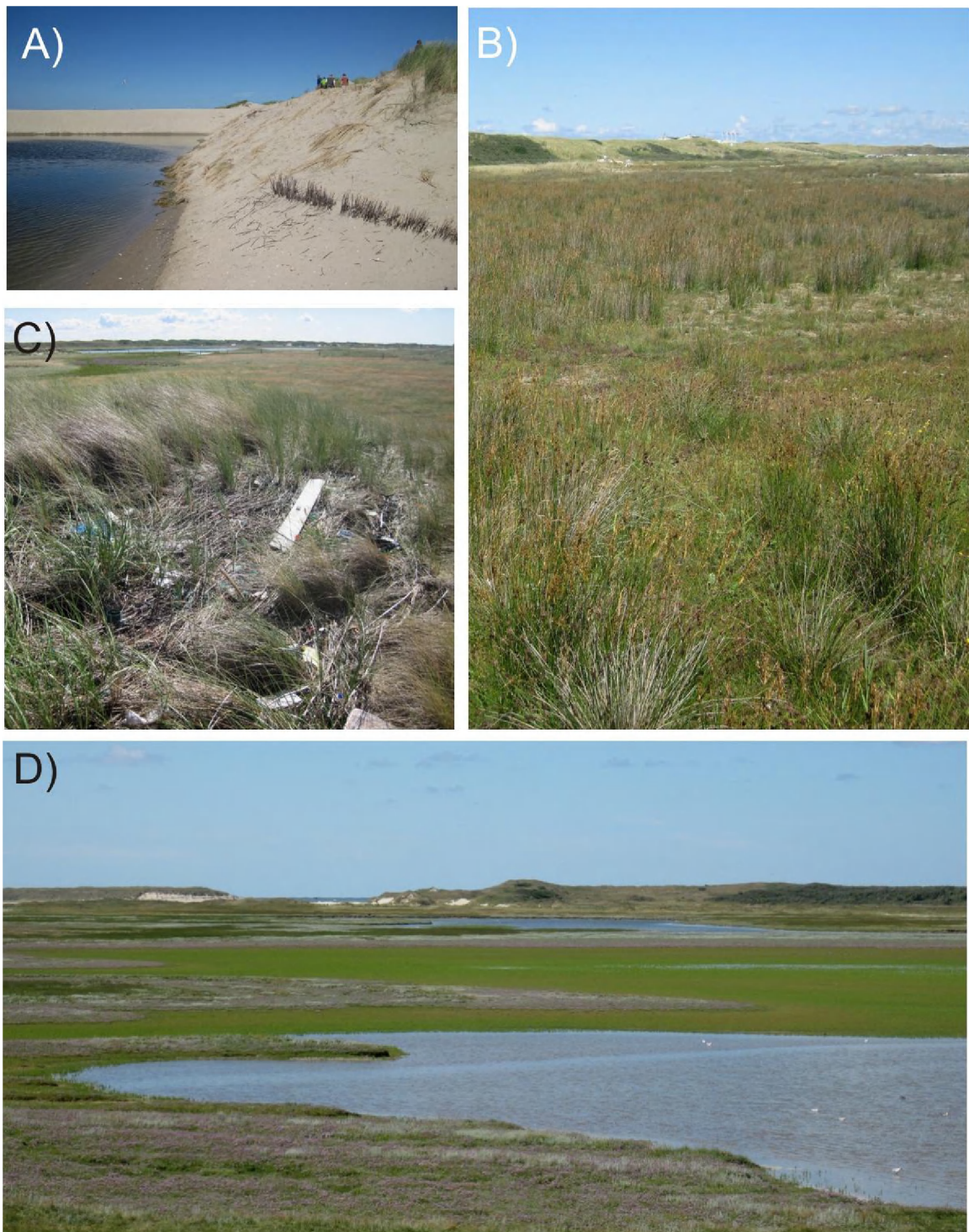
De ecologie en geomorfologie van de verschillende deelgebieden van de Slufter worden door verschillende processen gedomineerd. De strandvlakte en de duinen zijn vooral door eolisch zandtransport gevormd, terwijl de kwelder het meeste sediment met getijstrooming en stormvloeden ontvangt. Echter, omdat in de Slufter kwelder, duin en strandvlakte dicht bij elkaar voorkomen zal er regelmatig interactie zijn. Zo zal bijvoorbeeld vaak zand van de duinen naar de kwelder waaien en bij een stormvloed komt het zoute water tot het duin (Figuur 4c).

Het nauwe samenspel van wind- en watergedreven-sedimenttransport, en de overgangen van zoet naar zout in de Slufter resulteren in een hoge diversiteit aan vegetatietypen en habitattypen op relatief kleine schaal. Om ook na loslaten van de monding de ecologische waarde van de Slufter te behouden, mogen deze processen niet verdwijnen of van elkaar gescheiden worden.

Om veranderingen in ecologische waarde van de Slufter in de tijd te kunnen meten en beschrijven wordt vooral naar de sturende processen (geomorfologie) gekeken. Oftewel, de wisselwerking tussen ecologie (plantgemeenschappen) en geomorfologie. Deze biogeomorfologische processen zijn van groot belang voor de ecologie van de Nederlandse kust. Een groot deel van de vegetatietypen in de Slufter wordt gekarakteriseerd als gevoelig. Vooral de overgangsgebieden zijn bedreigd (volgens Weeda et al. 2005 in Pranger en Tolman 2013) (Figuur 3). Voor een lijst van zeldzame- of rode-lijst soorten in de Slufter zie Pranger en Tolman (2013).



Figuur 3. Bedreiging van gekarteerde vegetatie typen volgens Weeda et al. 2005 (data van Pranger en Tolman 2013).



Figuur 4. De Slufter: A) afstervende duinvegetatie bij de in 2013 teruggelegde geul, B) brakke gebieden in het noordelijke deel van de Slufter, C) aanspoelsel en hoogwater markering op een duin in de Slufter, D) pionierszone en lage kwelder.

3 Beheer van de Slufter en vegetatie monitoring

De Slufter maakt deel uit van het Natura 2000-gebied "Duinen en Lage Land Texel". De instandhoudingsdoelstellingen voor alle gekarteerde habitattypen in de Slufter (Tabel 1) zijn in de essentietabel^a aangegeven. De essentietabel dient als richtlijn voor het opstellen van en beheerplan. Het Natura 2000-beheerplan Texel is momenteel alleen in een conceptversie beschikbaar (pers. comm. DLG).

De in de essentietabel aangegeven instandhoudings-doelstellingen voor oppervlakte en kwaliteit gelden voor alle habitattypen. Voor vochtige duinvalleien (kalkrijk) 2190b geldt een instandhoudingsdoelstelling voor oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor kwaliteit^a. Het monitoringsplan dient veranderingen in oppervlakte van deze habitattypen als mogelijk gevolg van het loslaten van de monding te detecteren.

Tabel 1. Habitattypen in de Slufter 2011 (Pranger en Tolman 2013).

Code	Omschrijving	opp. in ha
	Geen Habitatype	400,8
1140a	Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten	134,0
1310a	Eenjarige pioniervegetatie van slik- en zandgebieden (Thero-Salicornion (a))	49,8
1310b	Eenjarige pioniervegetatie van slik- en zandgebieden (Saginion (b))	4,9
1320	Schorren met slijkgrasvegetaties (Spartinion maritimae)	0,6
1330a	Atlantische kwelders (Glauco-Puccinellietalia maritimae)	350,1
2110	Embryonale wandelende duinen/stranden met Biestarwegras en vloedmerk vegetatie	53,9
2190b	Vochtige duinvalleien	10,1

In het Slufter gebied worden door Rijkswaterstaat regelmatig vegetatieopnames gemaakt waarbij de focus ligt op kweldervegetatie. In het door RWS geïnitieerde VEGWAD programma zijn regels voor vegetatiemonitoring op basis van luchtfoto's vastgelegd. Iedere 6 jaar wordt de Slufter gemonitord. Er zijn online rapporten beschikbaar voor de jaren 1994, 1999, 2005 en 2011^b. De eerstvolgende vegetatieopname staat gepland voor 2016/2017.

De kartering gebeurt op basis van luchtfoto's van het gebied (meestal gemaakt in augustus) en deze worden vergeleken met eerdere vegetatie opnames. In het daarop volgende jaar worden, op hetzelfde tijdstip, de zonering van vegetatietypen (alleen kweldervegetatie) zoals zichtbaar op de luchtfoto's in het veld nagelopen en gecontroleerd.

De indeling van de kweldervegetatie geschiedt op basis van de SALT97 typologie. De meer recente opnamen worden ingedeeld volgens de SALT08 classificatie (Pranger en Tolman 2013). Naast de SALT typologie bestaat een TMAP typologie, opgericht in 2007 voor het gezamenlijke Trilateral Monitoring and Assessment Programme (TMAP) van de Waddenzee in Nederland, Duitsland en Denemarken^c. Deze 3 vegetatie typologieën zijn consistent en kunnen naar de minder gedetailleerde EU habitattypen vertaald worden. De duinvegetatie in de Slufter wordt met de GST (Grove Standard Typologie) beschreven op basis van luchtfoto's zonder uitgebreide validatie in het veld (Pranger en Tolman 2013).

^a http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/essentietabel.aspx?type=pdf&n2k_id=002

^b http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/kwelders/meer_weten/waddengebied/index.aspx

^c <http://www.waddensea-secretariat.org/monitoring-tmap/manual-guidelines>

Er bestaan digitale hoogtemodellen van de hele Slufter (AHN gegevens) die met onregelmatige frequentie (in de tijd) uitgegeven worden. De jaarlijkse kusthoogtemetingen (Jarkus) zijn alleen op het strand van toepassing. Het is niet bekend of er regelmatig nauwkeurige hoogtemetingen in het gebied plaatsvinden met 'differential GPS' of theodoliet. Grondwater peilbuizen zijn vooral in het noordelijke deel van de Slufter aanwezig. In bijlage 2 staat een overzicht van alle peilbuizen (afgesloten en actief) in relatie tot de vegetatie zonering.

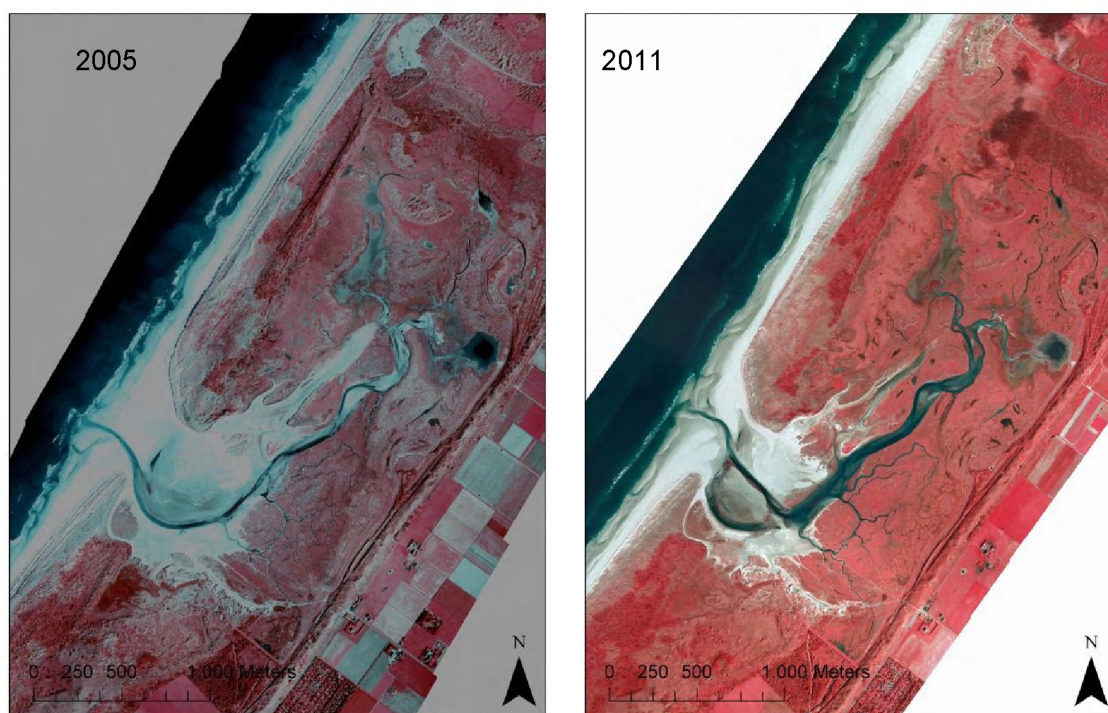
4 Analyse recente veranderingen van de Slufter vegetatie tussen 2005 en 2011

Om mogelijke veranderingen als gevolg van het loslaten van de monding in de toekomst te kunnen analyseren is het van belang de recente natuurlijke en antropogene processen te beschrijven. Als basis hiervoor dienen de VEGWAD vegetatieopnames van de verschillende vegetatiezones. Naast het regelmatige terugleggen van de Sluftergeul van noord naar zuid door opspuiten van zand aan de noordelijke kant van de monding (meest recent in 1998, 2005, 2010 en 2013) hebben in 2011 veranderingen in het begrazingsbeheer van de Slufter plaatsgevonden (extensieve zomerbeweiding door een kudde runderen) met als gevolg vertrapping van de kweldervegetatie. Ook is er een dijk tussen de Groene hoek afgegraven en zijn weilanden afgeplagd waardoor nu kwelderontwikkeling kan plaatsvinden (Pranger en Tolman 2013).

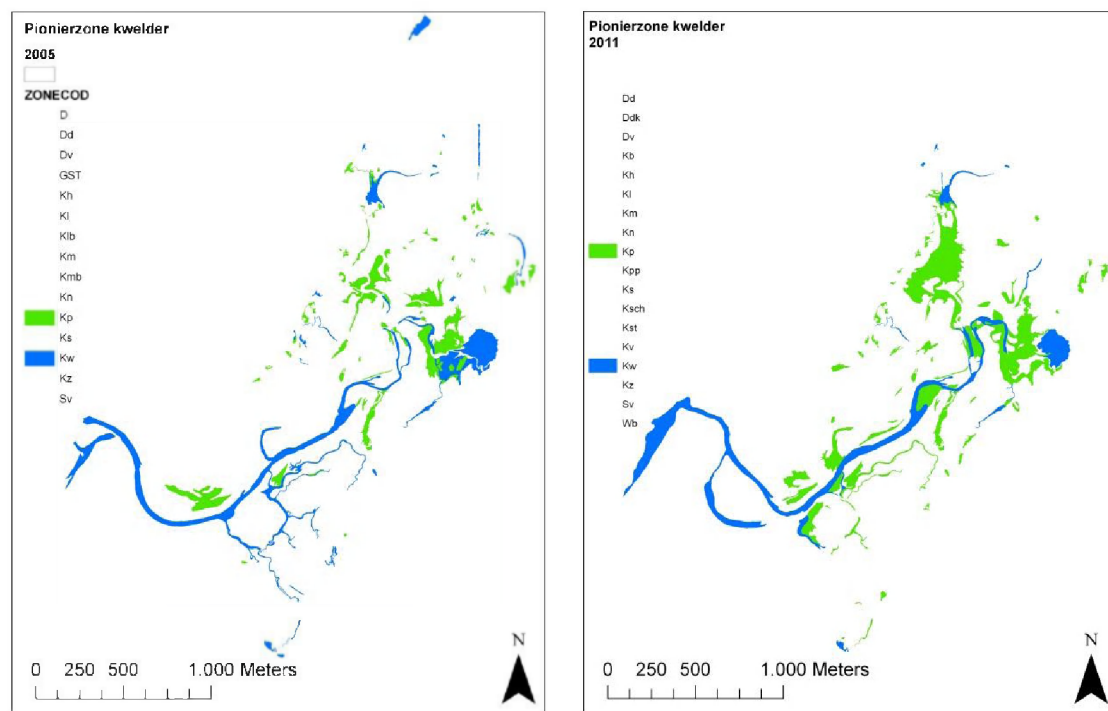
Zoals eerder beschreven kunnen natuurlijke veranderingen van de vegetatie optreden veroorzaakt door graduele veranderingen van de geomorfologie (zoals duinmigratie en aanslibbing van kwelders) of periodieke veranderingen van weersomstandigheden (zoals neerslag, ijsvorming), veranderingen van getij en het optreden van stormvloed. Er volgt een beknopte samenvatting van de veranderingen tussen de vegetatieopnames van 2005 en 2011.

De meest opvallende verandering is de natuurlijke migratie van de hoofdgeul die in deze periode tweemaal is teruggelegd (2005 en 2010). Veranderingen in de verhouding van kaal zand, water en kwelder/duin pionier vegetatie in de Slufter monding hangen hiermee samen (Figuur 5). De frequentie van terugleggen van de geul is minder dan 6 jaar met als gevolg dat deze dynamiek niet goed wordt weerspiegeld in de 6-jarige cyclus van vegetatieopnames. Het valt op dat in 2011 grotere delen van de Slufter begroeid zijn dan in 2005. Ook de vegetatie karteringen (Figuur 6) laten een toename van pioniervegetatie zien tussen de opnames in 2005 en in 2011. De pioniervegetatie (vooral bestaand uit eenjarige planten zoals *Salicornia* spp.) varieert ieder jaar sterk in oppervlakte als gevolg van veranderende inundatieregimes en verstoring door golven en stroming.

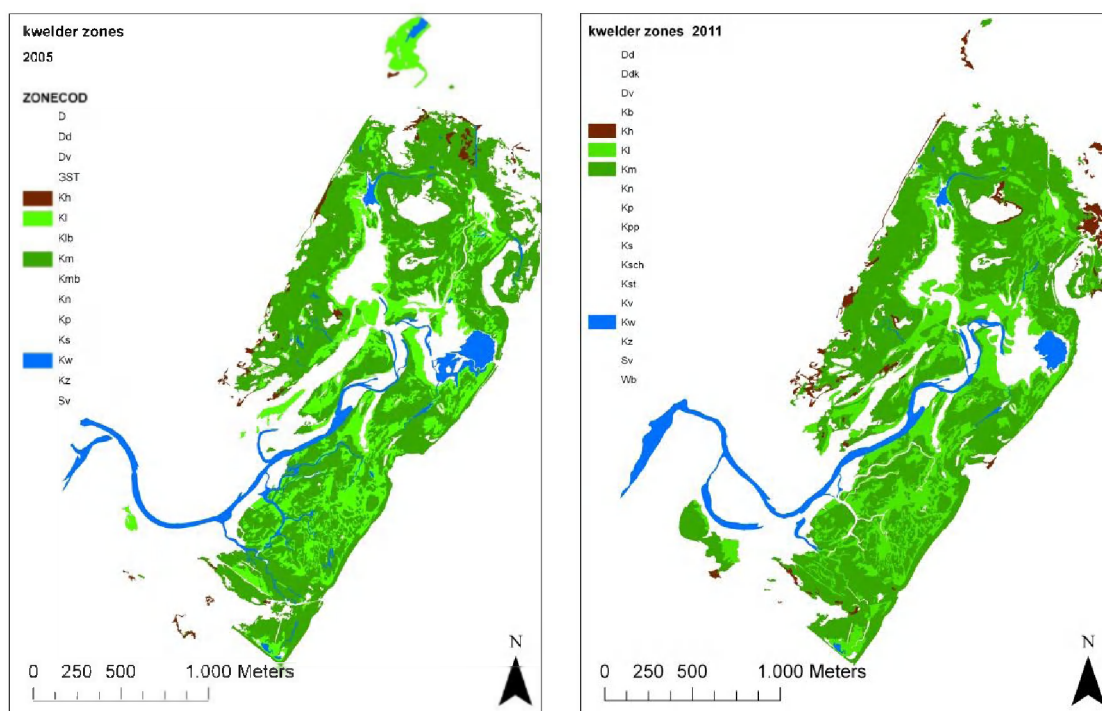
De frequentie van opnamen eens in de 6 jaar is niet voldoende om de dynamiek van de pioniervegetatie goed te beschrijven.



Figuur 5. False colour luchtfoto (RWS) van de Slufter 2005 en 2011(rood = vegetatie).

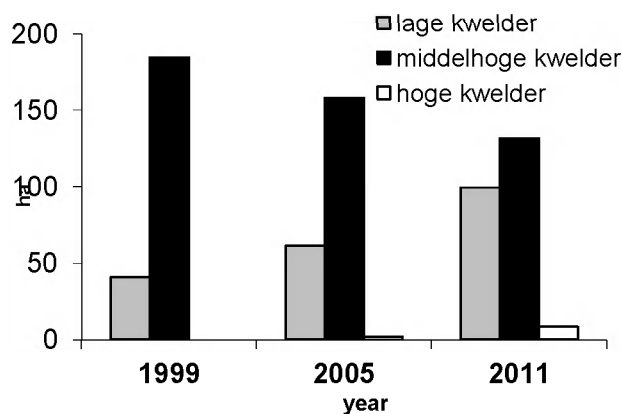


Figuur 6. Kwelder pionierszone VEGWAD 2005 en 2011. Zie bijlage A voor afkortingen vegetatiezones.



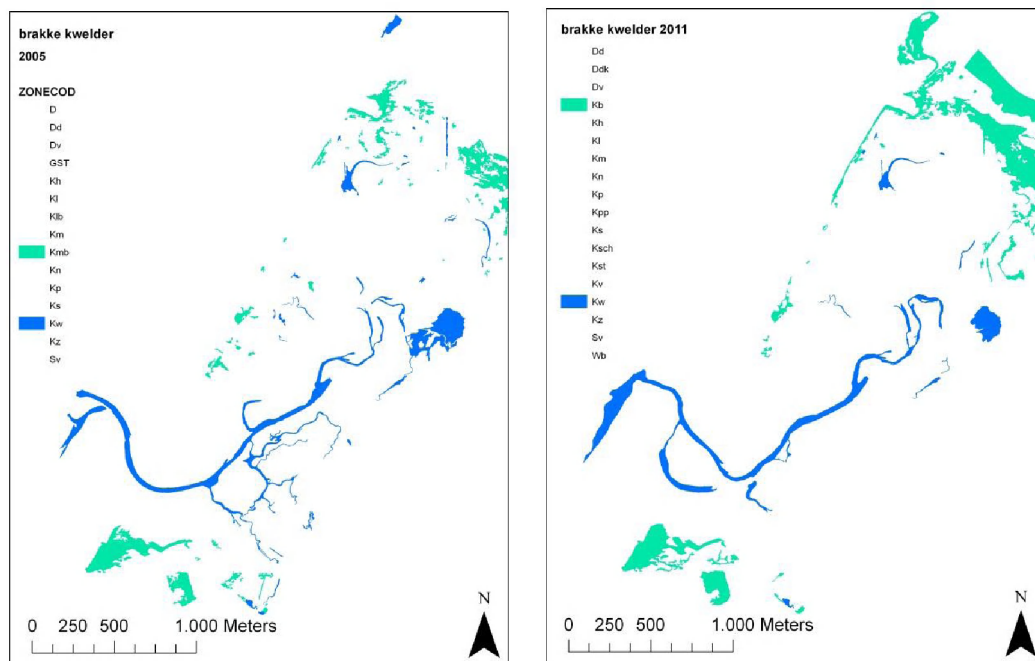
Figuur 7. Lage, middelhoge en hoge kwelder VEGWAD 2005 en 2011. Zie bijlage A voor afkortingen vegetatiezones.

De kwelderzonering kan door veranderingen in hoogteligging (aanslibbing en inklinking) en gemiddelde overstromingsduur verschuiven. Verschuiving van de zonering is vergeleken met veranderingen in de pionierszone een traag proces. De kaart met lage, middelhoge en hoge kweldervegetatie (Figuur 7) en de gerapporteerde oppervlakten van de kwelderzones in 1999, 2005 en 2011 (Figuur 8) geven een afname van middelhoge kwelders aan. Hoge en lage kwelders nemen daarentegen toe in oppervlak. Dit hoeft echter niet te betekenen dat hoge kwelder naar lage kwelder verandert, maar kan ook worden verklaard door natuurlijke successie van pioniersvegetatie naar lage kwelder en van middelhoge naar hoge kwelder of brakke kwelder. Bovendien zouden er veranderingen van duin naar kwelder en andersom plaats kunnen vinden. Gedetailleerde analyse van de verschillende vegetatieopnames zouden deze trend verder kunnen verklaren.

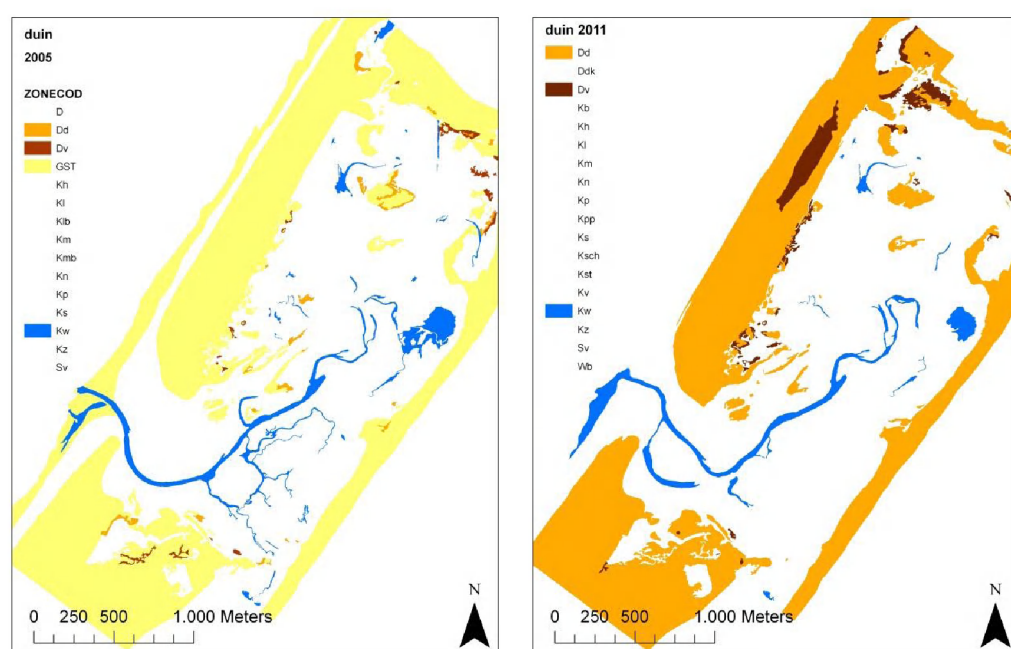


Figuur 8. Gerapporteerde oppervlakte per kwelder zone uit de VEGWAD karteringen.

De brakke kweldergebieden zijn toegenomen tussen 2005 en 2011. Dit wordt mede veroorzaakt door het afgeplagde gebied in het noordelijke deel van de Slufter (Figuur 9). De grenzen van de grove standaard indeling (GST) voor duinvegetatie zijn vrij constant met uitzondering van het afgeplagde gebied in het noordelijke deel (Figuur 10). In 2011 zijn natte duinvalleien met een hogere resolutie gekarteerd dan in 2005 en daarom zijn beide jaren niet helemaal vergelijkbaar.



Figuur 9. Brakke kwelder VEGWAD 2005 en 2011.

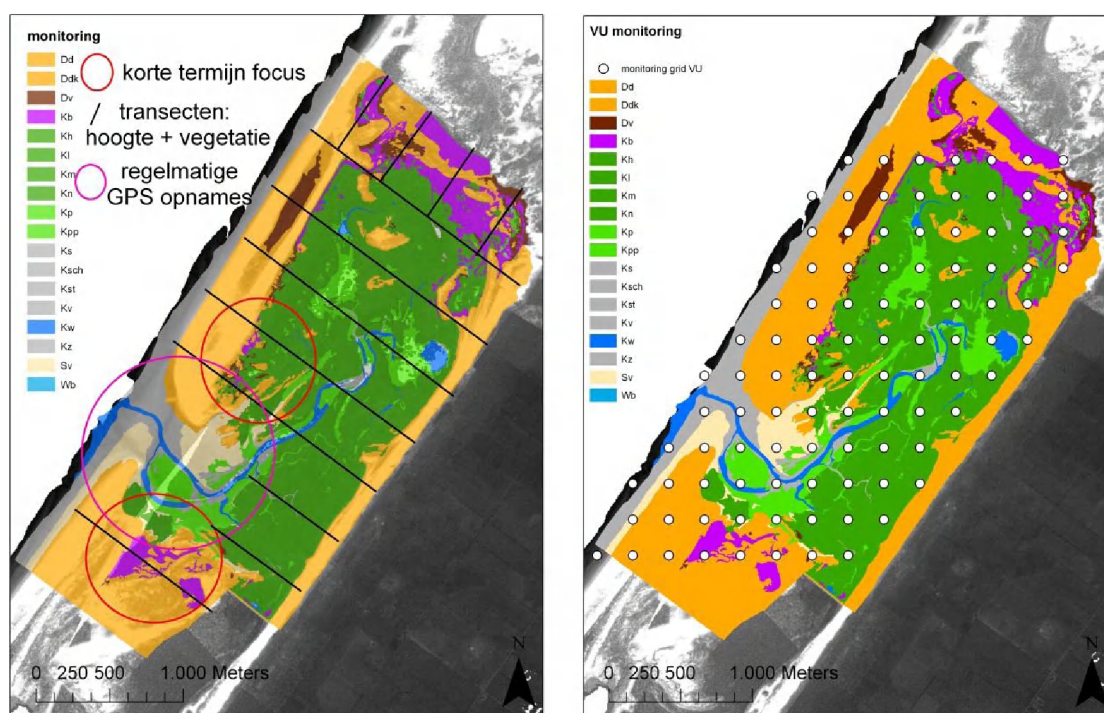


Figuur 10. Duinvegetatie 2005 en 2011 (verschillende karteringsmethoden voor GST).

5 Plan van aanpak voor monitoring

5.1 Punten van aandacht voor een monitoring programma

Het loslaten van de Sluftermonding zal een verandering in breedte, locatie en diepte van de hoofdgeul tot gevolg hebben. Door het noordwaarts migreren van de hoofdgeul zal de maximaal gewenste geulbreedte (vanuit veiligheids vuistregels) van 300 tot 400 meter overschreden worden. Er is een kans dat de duinen noordelijk van de geul zullen eroderen (zie Figuur 4a). Ook zijn in het verleden de zuidelijk gelegen duinen van de Sluftermonding aan erosie onderhevig geweest (pers. com. Erik van der Spek (Staatsbosbeheer)) als gevolg van het natuurlijk meanderen van de geul. Na het 'loslaten' van de geul kan er op korte termijn verandering van de geul zelf en de aangrenzende noordelijk en zuidelijk gelegen gebieden optreden (Figuur 11, roze en rood omcirkelt). De waardevolle zout-zoet overgangen nabij de geul dienen regelmatig gemonitord moeten worden om korte termijn veranderingen in kaart te brengen.



Figuur 11. Monitoringsconcept: jaarlijkse transecten, en focusgebieden voor regelmatig veldwerk (linker kaart), raster uit VU rapport april 2013 voor bemonstering van sediment (rechter kaart).

Verzanding van de hele Slufter of het afsluiten van de hoofdgeul vormen de grootste bedreiging voor de ecologische waarden. Hierdoor zou de invloed van zout water gestopt worden en waardevolle zoet-zout overgangen, brakke habitats en de kweldervegetatie verloren gaan.

Hoewel het verzanden van de Sluftervlakte een natuurlijk proces kan zijn, zal als gevolg hiervan successie optreden waardoor de laagliggende zandvlakten met pioniersvegetatie zullen veranderen in kwelder- en duinvegetatie. Juist deze pioniersvegetatie staan onder druk en zijn als habitatype 1310a en b met ruim 50 ha aanwezig (Tabel 1).

Door het vastleggen van de kwelders in de afgelopen decennia zijn pioniersvegetatie en lage kwelders in oppervlak afgenomen en is het oppervlak middelhoge en hoge kwelders toegenomen (Bakker *et al.*, 2002). Dit betekent ook een afname van de kwaliteit van het meest voorkomende kwelder habitatype (1330a) in de Slufter (Tabel 1). Echter, door een mogelijke vaker optredende of langer durende inundatie van de kwelders met zeewater als gevolg van een verschuiving van de geul zou ook het tegenovergestelde plaats kunnen vinden: het ‘verjongen’ van de kweldervegetatie. Monitoring zal dit in kaart moeten brengen door regelmatig opnemen van bodemhoogte (en/of sedimentatie), waterstand en vegetatie in het gebied.

Via de duinvoet komt grondwater aan het oppervlak en creëert daar samen met neerslag een goed milieu voor vestiging van brakke vegetatie. Brakke vegetatie komt in de Slufter als kwelvegetatie in brak milieu voor en maakt deel uit van het habitatype 2190b, maar kan ook als brakke overstromingsgraslanden voorkomen onder 1330a (Tabel 1). Het ‘loslaten’ van de monding zou een versterkte migratie van duinen kunnen initiëren op locaties waar de geul dicht bij de duinen ligt. Dit kan een directe verstoring van de natte duinvalleien en brakke kwelders door overstuiven veroorzaken. Een verandering in geometrie van de duinreep kan invloed op de toevoer van grondwater uitoefenen. Het krimpen van de duinreep kan veroorzaken dat er geen zoetwaterbel onder de duinen meer wordt gevormd en dat zou het verdwijnen van zoet-zout overgangen en brakke vegetatie veroorzaken. Ook door een wijziging in optredende waterstanden door veranderingen in het getij in de Slufter kunnen deze gradiënten veranderen.

In paragraaf 5.2 wordt een plan van aanpak toegelicht op basis waarvan de biogeomorfologische veranderingen van de hele Slufter in kaart gebracht kunnen worden. Tabel 2 geeft de samenvatting. Het door de VU Amsterdam voorgestelde monitoring-raster (Figuur 11, rechts) is vooral gericht op het bemonsteren van sediment en zal worden aangevuld met een onder andere en transect-monitoring om veranderingen in vegetatie in kaart te brengen.

Tabel 2. Monitoringsconcept

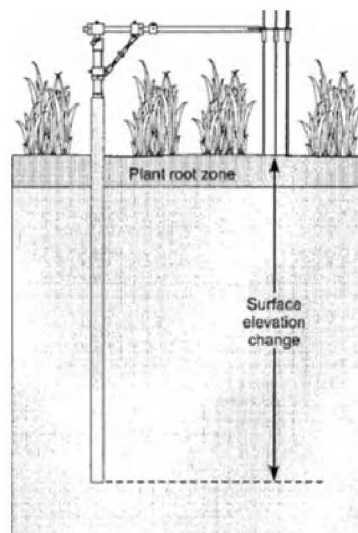
		Tijd			
		altijd	< 2x /jaar	< 1x/jaar	< 2 jaarlijks
ruimte	punt	waterstand	sedimentatie, grondwater		
	transect		vegetatie, hoogtegradiënt		
	aangepast		GPS contour		
	hele gebied				luchtfoto, LIDAR

5.2 Concept monitoringsplan biogeomorfologie Slufter

De Slufter is een dynamisch en divers gebied. Dit vraagt om een monitoringsstrategie die zowel de korte als de lange termijn veranderingen in het systeem kan weergeven. Monitoring zal eerst de huidige dynamische toestand van de Slufter goed in kaart moeten brengen (T0-meting) om natuurlijke processen van veranderingen door het 'loslaten' van de Slufter monding te kunnen onderscheiden. De 6-jaarlijkse VEGWAD vegetatie opnames vormen de basis voor het monitoringsplan. Daarnaast is monitoring met hogere frequentie noodzakelijk om het systeemgedrag goed in kaart te kunnen brengen. Tijdens deze monitoring dienen naast de vegetatie ook hydrologische en geomorfologische veranderingen in kaart gebracht te worden. Doel van de metingen is om veranderingen in oppervlakte en kwaliteit van de voorkomende habitattypen tijdig te kunnen voorspellen en/of de oorzaak van de verandering te analyseren.

Waterstand: Het meten van waterstanden ten opzichte van de hoogteligging van een kwelder levert belangrijke informatie over de hydrologische randvoorwaarden voor kwelderzoning, de duur en de frequentie van inundatie. Op basis van waterstandsmetingen kunnen veranderingen in de zoning van de kwelder voorspeld worden nog voordat de vegetatie zich zal aanpassen. Dit vraagt een goed begrip van de huidige waterstanden en vegetatiezoning van het gebied. Waterstandsmetingen dienen op strategische locaties uitgevoerd te worden zoals in de geulen en in de kwelders zelf. Veranderingen in overstromingsduur en frequentie van de slufervlakte dienen ook ten opzichte van beschikbaarheid van hoogwatervluchtplaatsen en broedgelegenheid voor vogels geïnterpreteerd te worden. Vooral veranderingen in de overstromingskans in het broedseizoen kunnen negatieve gevolgen hebben op de broedvogels.

Sedimentatie: Verzanding van de slufte kan afname van droogvallende zandplaten (1140a), pioniersvegetatie (1310a,1310b) en veroudering van de kwelder (1330a) tot gevolg hebben (zie Tabel 1). Om mogelijk verzanden van de kwelders in de Slufter tijdig te detecteren, dienen sedimentatie/erosie metingen uitgevoerd te worden. Er bestaan meerdere methoden om deze processen in kaart te brengen. De meest gebruikelijke en geëigende manier om aanslibbing van een kwelder te meten is door middel van Sedimentation Erosion Tables (SET) die in combinatie met een Feldspar markerhorizont geïnstalleerd dienen te worden (Cahoon *et al.*, 2002). Zie Figuur 11.



Figuur 12. Sedimentation Erosion Table (Cahoon *et al.*, 2002).

De SET bestaat uit een metalen paal die enkele meters in de bodem geboord wordt en een opnamer die de bodemhoogte ten opzichte van deze paal meet. Met een SET en markerhorizont kan zowel de inklinking van de bodem als de depositie van sediment gemeten worden. Op basis van deze informatie kan de absolute verhoging (of verlaging) van de bodem berekend worden. Vergelijkbare metingen worden ook vaak uitgevoerd om de gevoeligheid van kwelders voor zeespiegelstijging te kwantificeren (Morris *et al.*, 2002). De installatie van een SET duurt meerdere uren en meetwaarden zijn vaak in de orde van mm/jaar. Markerhorizonten leveren ook zonder SET waardevolle informatie over ruimtelijke patronen van aanslibbing of erosie. Naast de standaard gebruikte veldspaat marker (die enkel sedimentatie meet en geen erosie) kunnen ook platen of grids begraven worden waarbij vervolgens de diepte van deze platen met vaste frequentie gemeten wordt om hoeveelheden sedimentatie/erosie te bepalen (Balke *et al.*, 2013). De locaties van sedimentatie metingen zullen strategisch gekozen worden in de verschillende vegetatie zones in het hele gebied.

Grondwater: Grondwater metingen zijn belangrijk om de invloed van zoet grondwater op de brakke vegetatie te kunnen bepalen (vooral 2190b). Er staan grondwaterbuizen in de Slufter. Zie bijlage B voor de locaties van de peilbuizen (actief en afgesloten) aangegeven op een kaart met vegetatie zonering. De buizen in het zuidelijke deel zijn als afgesloten aangegeven. Het wordt aanbevolen om regelmatig de grondwaterstanden en het zoutgehalte in alle bestaande buizen te meten. Verzilting of afzakking van grondwater kan een afname in brakke kwelders en vochtige duinvalleien (2190b) betekenen. Dit is niet wenselijk in verband met de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen.

GPS contouren geul: Door het snelle slingeren van de hoofdgeul vinden veranderingen in de geometrie van de Slufter monding en de gekoppelde zandvlakte met pioniersvegetatie (1140a, 1310a, 1310b, 2110) plaats. Deze veranderingen gebeuren snel en op een grote ruimtelijke schaal en kunnen dus niet geheel gemonitord worden. De steeds veranderende, moeilijk te voorspellen, geometrie van de geul vereist een aparte monitoringsstrategie. De makkelijkste manier om de verandering van geomorfologie en vegetatie in kaart te brengen is regelmatig aflopen van contouren (geul rand, pionier vegetatie rand) met een GPS. De frequentie van opname kan aangepast worden aan de dynamiek van de verandering, bijvoorbeeld tijdens een rustige periode en na een storm. Het in stand houden van de dynamiek van de geul is noodzakelijk voor het voorkomen van pioniersvegetatie (Natura 2000 doel).

Transecten: Vegetatie opnames en hoogte metingen: Deze transecten brengen de meest belangrijke veranderingen in het hele kwelder systeem (1330a) in kaart. De transecten (Figuur 11, links) worden op een mm nauwkeurig dGPS (differential GPS) afgelopen om langs gradiënten (van hoog naar laag, van zoet naar zout) de hoogte te meten. In gebieden met grote variatie in hoogteligging (bijvoorbeeld een geul of duin) zal met een hogere dichtheid gemeten moeten worden. Deze opnames dienen gecombineerd te worden met vegetatieopnames zodat een verband gelegd kan worden tussen vegetatietype en hoogteligging.

Vegetatieopnames kunnen als gedetailleerde opnames in vaste plots (> 2m x2 m) in regelmatige afstanden of in strategisch gekozen zones in verband met een grove zonerings opname (aflopen met GPS) van de kwelder en duin uitgevoerd worden. De vegetatie ontwikkeling in de vaste opname plots en de ruimtelijke verandering van grenzen tussen verschillende vegetatiezones kan in de loop van de tijd vergeleken worden zodat veranderingen in de Slufter vegetatie en de geomorfologie in een vroeg stadium getraceerd kunnen worden.

Er is voor monitoring langs transecten gekozen om zo grenzen van de kwelderzones en overgangen naar de duinvegetatie zo goed mogelijk te kunnen bepalen. Een op een raster gebaseerde monitoring zal de grenzen van de zones niet nauwkeurig weergeven maar heeft een gelijkmatige ruimtelijke verdeling van meetpunten als voordeel. Echter door regelmatige afstanden (Figuur 11, rond 400 m) tussen de transecten kunnen ook deze opnames ruimtelijke geïnterpoleerd worden. Deze metingen brengen de kwaliteit van de kweldervegetatie (hoge kwaliteit = aanwezigheid van alle successiestadia) in kaart. Behouden en verbeteren van de kwaliteit van kwelders is een belangrijke Natura 2000 doelstelling.

5.3 Aanvang monitoring en samenvoegen van informatie

De Slufter monding is de laatste keer in 2013 teruggelegd. Indien het beheer van de monding nu gestopt wordt, zal de monding vermoedelijk de volgende 3 tot 5 jaar (afhankelijk van het weer en getij) binnen het tot nu toegelaten gebied blijven. Het is belangrijk om over een langere periode monitoringsdata te verzamelen om het effect van een 'losgelaten' monding te kunnen beschrijven.

Vanwege het natuurlijke dynamische gedrag van de Slufter betekent 'nulmeting', dat de toestand van de Slufter en de belangrijkste processen over een langere tijd gemeten moeten worden (bijvoorbeeld verandering van sedimentatie, waterstand of pioniersvegetatie met het seizoen). Daarom is het aan te bevelen meerdere veldopnames over tenminste 1 tot 2 jaar uit te voeren, voordat de monding zijn vaste plek verlaat.

De monitoring zoals beschreven in dit rapport vormt de basis voor ruimtelijke informatie over de ecologische en fysische processen in de Slufter en kan als aanvulling van de VEGWAD monitoring gezien worden. Het is van groot belang dat gemeten data snel geanalyseerd en geïnterpreteerd kan worden, om vroegtijdig bij ongewenste veranderingen te kunnen adviseren.

6 Kernvragen voor de monitoring

Samenvattend, de monitoring van de Slufter voortvloeiend uit dit plan moet de volgende vragen beantwoorden:

- Hoe verandert de hoogteligging en de waterstand (overstromingsduur en frequentie) in de Slufter? En wat zijn de consequenties voor vegetatietypen en voor broed- en hoogwatervluchtplaatsen van vogels?
- Hoe verandert de sedimentatie in de kwelder en welke gevolgen heeft dit voor de zonering van de kwelder? En hoe verandert de oppervlakte van elke zone?
- Verandert de grondwaterstand en de saliniteit van het grondwater in het gebied en heeft dit gevolgen voor vegetatie van duinvalleien en brakke kwelders?
- Hoe verandert de ligging van de hoofdgeul? Hoeveel erosie/sedimentatie vindt er plaats langs de geul en wat zijn de gevolgen voor de direct betrokkenen vegetatietypes (bijvoorbeeld erosie aan de duinvoet)? Is er voldoende dynamiek voor pioniersvegetatie?
- Bestaat er een kans voor het verzanden van de Sluftergeul en de Sluftervlakte?

7 Literatuur

- Bakker JP, Esselink P, Dijkema KS, Van Duin WE, De Jong DJ (2002). Restoration of salt marshes in the Netherlands. In: Ecological Restoration of Aquatic and Semi-Aquatic Ecosystems in the Netherlands (NW Europe), pp. 29–51. Springer.
- Balke T, Bouma TJ, Herman PMJ, Horstman EM, Sudtongkong C, Webb EL (2013). Cross-shore gradients of physical disturbance in mangroves: implications for seedling establishment. *Biogeosciences Discussions*, 10, 5361–5383.
- Cahoon DR, Lynch JC, Perez BC et al. (2002). High-precision measurements of wetland sediment elevation: II. The rod surface elevation table. *Journal of Sedimentary Research*, 72, 734–739.
- Hoekstra AIJ, Perdoli GBM (1992). Sluftervorming en natuurontwikkeling. WL-Delft
- Koppejan H (2002). Toelichting bij de vegetatiekartering Slufter Texel 1999. Rijkswaterstaat/RIKZ
(http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Toelichting_vegetatiekartering_Texel_Slufter_1999_tcm174-293935.pdf)
- Morris JT, Sundareshwar PV, Nietch CT, Kjerfve B, Cahoon DR (2002). Responses of coastal wetlands to rising sea level. *Ecology*, 83, 2869–2877.
- Pranger DP, Tolman ME (2013). Toelichting bij de Vegetatiekartering Slufter en andere kwelders op Texel 2011. Rijkswaterstaat-DID.
(www.rijkswaterstaat.nl/images/Toelichting_vegetatiekartering_Texel_2011_tcm174-347724.pdf)
- Van Dort KW, Bergwerff JW (2007). Toelichting bij de vegetatiekartering Slufter Texel 2005. Rijkswaterstaat – AGI.
(http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Toelichting%20vegetatiekartering%20Texel%20Slufter%202006_tcm174-261014.pdf)
- Van Rooijen A, van Thiel de Vries, J (2013). Stormgedreven morfodynamiek van de Slufter, Texel. Numerieke simulaties met een XBeach gebiedsmodel. Deltares rapport

A Afkortingen van vegetatiezones

Volgens Pranger en Tolman 2013:

ZONEcod	Omschrijving
Kw	Kaal water
Ks	Kaal (droogvallend) slik
Kz	Kaal zand
Ksch	Kaal schelpen
Kst	Kaal stenen
Kv	Kaal vloedmerk/veek
Wz	Zeegras vegetatie
Wb	Ruppia- en Potamogetonvegetatie
Kpp	Pre-pionierzone kwelder
Kp	Pionierzone kwelder
Kl	Lage kwelder
Km	Middelhoge kwelder
Kh	Hoge kwelder, incl. duinvoet
Kb	Brakke kwelder, incl. kwelvegetatie
Kn	Nitrofiele zone
Sv	Strandvlakte (embryoduintjes & vloedmerken)
Dd	Droge duinen, geen veldwerk uitgevoerd
Ddk	Mozaïek met kweldervegetatie, waarbij droge duinvegetatie dominant is
Dv	Vochtige duinen, geen veldwerk uitgevoerd
Dvk	Mozaïek met kweldervegetatie, waarbij vochtige duinvalleivegetatie dominant is

B Peilbuizen (actief en afgesloten) in relatie tot vegetatie zonerings.

De 2 peilbuizen in het zuidelijk deel van de Slufter staan als afgesloten aangegeven.

